

JAPAN PATENT OFFICE

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this office.

Date of Application: April 25, 2003.

Application Number: Japanese Patent Application
No. 2003-121871
[JP2003-121871]

Applicant(s): FUJITSU MEDIA DEVICES LIMITED
FUJITSU LIMITED

September 22, 2003

Commissioner,
Japan Patent Office

Yasuo Imai (Seal)

Certificate No. 2003-3077862

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2003年 4月25日
Date of Application:

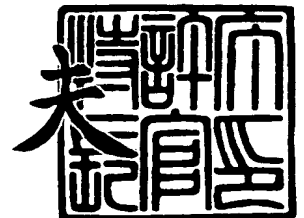
出願番号 特願2003-121871
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP2003-121871]

出願人 富士通メディアデバイス株式会社
Applicant(s): 富士通株式会社

2003年 9月22日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2003-3077862

【書類名】 特許願

【整理番号】 03040901

【提出日】 平成15年 4月25日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 H03H 9/25
H03H 9/72

【発明の名称】 分波器

【請求項の数】 6

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内

【氏名】 堤 潤

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内

【氏名】 井上 将吾

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号 富士通株式会社内

【氏名】 松田 隆志

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市港北区新横浜二丁目 3 番 1 2 号 富士通メディアデバイス株式会社内

【氏名】 上田 政則

【特許出願人】

【識別番号】 398067270

【氏名又は名称】 富士通メディアデバイス株式会社

【特許出願人】

【識別番号】 000005223

【氏名又は名称】 富士通株式会社

【代理人】

【識別番号】 100087480

【弁理士】

【氏名又は名称】 片山 修平

【電話番号】 043-351-2361

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 153948

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0117701

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 分波器

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定の基板における同一面上にラダー型フィルタと多重モード結合型フィルタとが形成された分波器において、

前記ラダー型フィルタを形成する第 1 の櫛形電極と前記多重モード結合型フィルタを形成する第 2 の櫛形電極とが同一の層構造であって同一の膜厚を有し、

前記第 1 及び第 2 の櫛形電極がアルミニウムを主成分とする単層膜で形成されており、

前記第 1 及び第 2 の櫛形電極の膜厚を h とし、前記ラダー型フィルタの周波数帯域の中心周波数を f_1 とし、前記多重モード結合型フィルタの周波数帯域の中心周波数を f_2 とした場合、式 1 の関係式をそれぞれ満足することを特徴とする分波器。

【数 1】

$$\begin{aligned} 300 &\leq h \times f_1 \leq 480 \\ 300 &\leq h \times f_2 \leq 430 \end{aligned} \quad \dots \text{ (式 1)}$$

【請求項 2】 前記膜厚 h と前記中心周波数 f_1 及び f_2 とが更に、式 2 の関係式をそれぞれ満足することを特徴とする請求項 1 記載の分波器。

【数 2】

$$\begin{aligned} 300 &\leq h \times f_1 \leq 420 \\ 350 &\leq h \times f_2 \leq 410 \end{aligned} \quad \dots \text{ (式 2)}$$

【請求項 3】 圧電基板における同一面上にラダー型フィルタと多重モード結合型フィルタとが形成された分波器において、

前記ラダー型フィルタを形成する第 1 の櫛形電極と前記多重モード結合型フィルタを形成する第 2 の櫛形電極とが同一の層構造であって同一の膜厚を有し、

前記第 1 及び第 2 の櫛形電極がアルミニウム以外の金属材料を主成分とする単層膜又は、アルミニウム以外の金属材料を主成分とする層を含む n 層 (n は 1 以上の整数) の単層膜又は多層膜で形成されており、

前記第 1 及び第 2 の櫛形電極の k 番目の層の膜厚を h_k (k は 1 以上の整数) とし、該 k 番目の層を形成する金属材料のアルミニウムに対する比重を a_k とし、前記ラダー型フィルタの周波数帯域の中心周波数を f_1 とし、前記多重モード結合型フィルタの周波数帯域の中心周波数を f_2 とした場合、式 3 の関係式をそれぞれ満足することを特徴とする分波器。

【数 3】

$$\begin{aligned} 300 &\leq \sum_{k=1}^n (h_k \times f_1) \leq 480 \\ 300 &\leq \sum_{k=1}^n (h_k \times f_2) \leq 430 \quad \dots \text{ (式 3)} \end{aligned}$$

【請求項 4】 前記膜厚 h_k と、前記比重 a_k と、前記中心周波数 f_1 及び f_2 とが更に、式 4 の関係式をそれぞれ満足することを特徴とする請求項 3 記載の分波器。

【数 4】

$$\begin{aligned} 300 &\leq \sum_{k=1}^n (h_k \times f_1) \leq 420 \\ 350 &\leq \sum_{k=1}^n (h_k \times f_2) \leq 410 \quad \dots \text{ (式 4)} \end{aligned}$$

【請求項 5】 前記所定の基板が弾性表面波の伝搬方向を X 方向とした回転 Y カットのリチウムタンタレート基板であることを特徴とする請求項 1 から 4 の何れか一項に記載の分波器。

【請求項 6】 前記分波器は、前記多重モード結合型フィルタを複数個有す

ることを特徴とする請求項 1 から 5 の何れか一項に記載の分波器。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、分波器に関し、特に複数の弾性表面波フィルタが同一基板上に形成された分波器に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

現在、2つの弾性表面波（Surface Acoustic Wave Device：SAW）フィルタを用いて構成されるアンテナ分波器は、特に800MHz帯の携帯電話・移動体通信機等に採用されている。このようなアンテナ分波器に使用されるSAWフィルタには、安定した動作や長寿命を実現するために、高い耐電力性が要求される。そこで従来では、2つのSAWフィルタを共に、比較的耐電極性の高い、SAW素子を梯子型（ラダー型）に接続したラダー型フィルタで作製することが一般的であった。

【0 0 0 3】

また近年、携帯電話・移動体通信機の小型化に対する強い要求に伴い、1.9GHz帯移動体通信システム（例えば、北米向けPersonal Communications Service：PCS）で使用されるアンテナ分波器においても、比較的小型化が容易なSAWフィルタを用いて作製することが望まれている。

【0 0 0 4】

以上のようなアンテナ分波器の小型化は、800MHz帯或いは1.9GHz帯に関わらず、常に要求されていることであり、その実現手段としては、2つのSAWフィルタを同一の基板上に形成する方法等が考えられている（例えば以下に示す特許文献1参照）。

【0 0 0 5】

【特許文献1】

特願 2 0 0 2 - 2 3 7 7 3 9 号公報

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、更なる小型化を目的として2つのSAWフィルタをより小さな基板上に配置することは、通過帯域外の抑制度の劣化や送信信号と受信信号とのクロストーク等を助長してしまうという問題を発生させる。これは特に、800MHz帯に比べて高周波である1.9GHz帯のアンテナ分波器に関して顕著に現れ易いため、SAWフィルタを用いて作製することが困難であった。

【0007】

このような送信信号と受信信号とのクロストークによる問題を解決するためには、例えばアンテナ分波器を構成する2つのSAWフィルタを各々別の基板上に作製する方法が考えられる。

【0008】

しかしながら、SAWフィルタを用いてアンテナ分波器を作製する場合、小型化を実現するため以外に、以下に示すような理由から、2つのSAWフィルタを同一基板上に同時に作製することが極めて望ましい。即ち、2つのSAWフィルタを別々の基板上に作製した場合、プロセスバッチ間の電極膜厚変動や、電極指幅の変動によって2つのSAWフィルタの中心周波数がそれぞれ変動する。この結果、その中心周波数間隔は、それぞれのSAWフィルタの中心周波数変動量の2倍だけ変動することになり、アンテナ分波器の特性が大きくばらついてしまう。これに対し、同一基板上に2つのSAWフィルタを同時に作製した場合、例えば電極膜厚変動、電極指幅の変動があっても、それらは2つの弾性表面波フィルタの中心周波数を同じように変動させるため、中心周波数間隔がほとんど変化せず、所望するフィルタ特性のアンテナ分波器を得ることができる。このように、アンテナ分波器の特性が、作製された2つの弾性表面波フィルタの中心周波数間隔によって大きな影響を受けるため、歩留りよく製造するためにも、同一基板上に2つのSAWフィルタを同時に作製することが好ましい。

【0009】

このように、アンテナ分波器に対する市場の要求は高周波化及び小型化であるが、何れの要求を満足しようとしても、従来技術では送信信号と受信信号とのク

ロストークが顕著となるため、良好なフィルタ特性を実現することが極めて困難であった。

【0010】

本発明は、以上のような問題を考慮してなされたものであり、同一基板上に複数のSAWフィルタが形成された分波器であって、クロストークを軽減した良好なフィルタ特性を有する分波器を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

かかる目的を達成するために、本発明は、請求項1記載のように、所定の基板における同一面上にラダー型フィルタと多重モード結合型フィルタとが形成された分波器において、前記ラダー型フィルタを形成する第1の楕形電極と前記多重モード結合型フィルタを形成する第2の楕形電極とが同一の層構造であって同一の膜厚を有し、前記第1及び第2の楕形電極がアルミニウムを主成分とする単層膜で形成されており、前記第1及び第2の楕形電極の膜厚を h とし、前記ラダー型フィルタの周波数帯域の中心周波数を f_1 とし、前記多重モード結合型フィルタの周波数帯域の中心周波数を f_2 とした場合、式1の関係式をそれぞれ満足するように構成される。

【0012】

【数5】

$$\begin{aligned} 300 &\leq h \times f_1 \leq 480 \\ 300 &\leq h \times f_2 \leq 430 \end{aligned} \quad \dots \text{ (式1)}$$

【0013】

送信側フィルタ及び受信側フィルタが共に弾性表面波フィルタで構成された分波器において、一方の弾性表面波フィルタにラダー型フィルタよりも帯域外抑制効果の大きい多重モード結合型フィルタを適用することで、送信側及び受信側の通過帯域における送信信号と受信信号とのクロストークを低減することができる。尚、他の一方に多重モード結合型フィルタよりも耐電力性の高いラダー型フィ

ルタを適用することで、分波器の耐電力性が低下することを抑制できる。また、ラダー型フィルタと多重モード結合型フィルタとのそれぞれの櫛形電極を同一の基板上に、同一の層構造及び膜厚で形成することで、両者に生じる中心周波数の変動に相関を持たせることができるため、製造時の誤差によるフィルタ特性の変動を抑制することができ、分波器の歩留りを向上させることができる。更に、同一の基板上に上記の通り異種の弾性表面波フィルタが形成された構成において、上記式 1 を満足するように設計することで、送信側の通過帯域からの遷移域と受信側の通過帯域からの遷移域とを 20 MHz 以下とすることができるため、送信信号と受信信号とのクロストークを低減でき、フィルタ特性を改善することができる。

【0014】

また、請求項 1 記載の前記分波器は、好ましくは請求項 2 記載のように、前記膜厚 h と前記中心周波数 f_1 及び f_2 とが更に、式 2 の関係式をそれぞれ満足するように構成される。

【0015】

【数 6】

$$\begin{aligned} 300 &\leq h \times f_1 \leq 420 \\ 350 &\leq h \times f_2 \leq 410 \end{aligned} \quad \dots \text{ (式 2)}$$

【0016】

上記式 2 を満足するように設計することで、製造時の誤差により電極膜厚や電極指幅が変動した場合でも、確実に遷移域を 20 MHz よりも小さい値とすることが可能となり、フィルタ特性を確実に改善することができる。

【0017】

また、本発明は、請求項 3 記載のように、圧電基板における同一面上にラダー型フィルタと多重モード結合型フィルタとが形成された分波器において、前記ラダー型フィルタを形成する第 1 の櫛形電極と前記多重モード結合型フィルタを形成する第 2 の櫛形電極とが同一の層構造であって同一の膜厚を有し、前記第 1 及

び第2の楕形電極がアルミニウム以外の金属材料を主成分とする単層膜又は、アルミニウム以外の金属材料を主成分とする層を含むn層（nは1以上の整数）の単層膜又は多層膜で形成されており、前記第1及び第2の楕形電極のk番目の層の膜厚を h_k （kは1以上の整数）とし、該k番目の層を形成する金属材料のアルミニウムに対する比重を a_k とし、前記ラダー型フィルタの周波数帯域の中心周波数を f_1 とし、前記多重モード結合型フィルタの周波数帯域の中心周波数を f_2 とした場合、式3の関係式をそれぞれ満足するように構成される。

【0018】

【数7】

$$\begin{aligned} 300 &\leq \sum_{k=1}^n (h_k \times f_1) \leq 480 \\ 300 &\leq \sum_{k=1}^n (h_k \times f_2) \leq 430 \quad \dots \text{ (式3)} \end{aligned}$$

【0019】

送信側フィルタ及び受信側フィルタが共に弾性表面波フィルタで構成された分波器において、一方の弾性表面波フィルタにラダー型フィルタよりも帯域外抑制効果の大きい多重モード結合型フィルタを適用することで、送信側及び受信側の通過帯域における送信信号と受信信号とのクロストークを低減することができる。尚、他の一方に多重モード結合型フィルタよりも耐電力性の高いラダー型フィルタを適用することで、分波器の耐電力性が低下することを抑制できる。また、ラダー型フィルタと多重モード結合型フィルタとのそれぞれの楕形電極を同一の基板上に、同一の層構造及び膜厚で形成することで、両者に生じる中心周波数の変動に相関を持たせることができるため、製造時の誤差によるフィルタ特性の変動を抑制することができ、分波器の歩留りを向上させることができる。更に、同一の基板上に上記の通り異種の弾性表面波フィルタが形成された構成において、上記式3を満足するように設計することで、送信側の通過帯域からの遷移域と受信側の通過帯域からの遷移域とを20MHz以下とすることができるため、送信信

号と受信信号とのクロストークを低減でき、フィルタ特性を改善することができる。更にまた、アルミニウムの単層膜よりも耐電力性が改善された単層膜又は多層膜を用いて櫛形電極を形成する場合でも、上記式 3 を満足するように設計することで、同様な理由によりフィルタ特性を改善することができる。尚、比較的高い耐電力性を持つ層でラダー型フィルタ及び多重モード結合型フィルタの櫛形電極を形成することで、分波器の耐電力性を向上することができる。

【0020】

また、請求項 3 記載の前記分波器は、好ましくは請求項 4 記載のように、前記膜厚 h_k と、前記比重 a_k と、前記中心周波数 f_1 及び f_2 とが更に、式 4 の関係式をそれぞれ満足するように構成される。

【0021】

【数 8】

$$\begin{aligned} 300 &\leq \sum_{k=1}^n (h_k \times f_1) \leq 420 \\ 350 &\leq \sum_{k=1}^n (h_k \times f_2) \leq 410 \quad \dots \text{ (式 4)} \end{aligned}$$

【0022】

上記式 4 を満足するように設計することで、製造時の誤差により電極膜厚や電極指幅が変動した場合でも、確実に遷移域を 20 MHz よりも小さい値とすることが可能となり、フィルタ特性を確実に改善することができる。

【0023】

また、請求項 1 から 4 の何れか一項に記載の前記所定の基板には、請求項 5 記載のように、弾性表面波の伝搬方向を X 方向とした回転 Y カットのリチウムタンタレート基板が適用されることが好ましい。比較的低損失な特性を有するリチウムタンタレート基板を用いることで、低損失な分波器を作製することができる。

【0024】

【発明の実施の形態】

以下、本発明を好適に実施した形態について図面を用いて詳細に説明する。

【0025】

〔第1の実施形態〕

まず、本発明の第1の実施形態を図面を用いて詳細に説明する。図1は、本実施形態による分波器1の構成を示すブロック図である。分波器1は、同一の基板10上に複数の弾性表面波（SAW）フィルタ（送信側フィルタ11，受信側フィルタ12）が形成された構成を有する。ここで、高周波化及び小型化しても良好なフィルタ特性が得られるようにするために、2つのSAWフィルタ（11，12）のうち一方をラダー型フィルタで作成し、他方を多重モード結合型フィルタで作成する。また、分波器1には、入力インピーダンスを整合するために、2つのSAWフィルタ（11，12）と共通端子であるアンテナポート15とを接続する配線上に整合回路である位相シフタ13が設けられている。

【0026】

ラダー型フィルタの構成例を図2に示す。図2に示すように、ラダー型フィルタ110は直列に接続された櫛形電極（Inter Digital Transducer：以下、IDTという）111と、これに並列に接続されたIDT112とを有して構成される。尚、直列に接続されたIDT111を含んで構成される共振子を直列共振子といい、並列に接続されたIDT112を含んで構成される共振子を並列共振子という。直列共振子はラダー型配置の直列腕に配置され、並列共振子は並列腕に配置されている。

【0027】

これに対し、多重モード結合型フィルタは、ラダー型フィルタ110よりも通過帯域外の抑圧度が広い周波数範囲にわたって良好である。多重モード結合型フィルタ120の構成を図3に示す。図3に示すように、多重モード結合型フィルタ120は、複数（図3では例として3つ）のIDT121及び122を横並びに配列した構成を有し、更にこれらの並びの両脇に反射電極123を配置した構成を有している。IDT121は入力側に設けられており、IDT122は出力側に設けられている。この構成により、多重モード結合型フィルタ120は、SAWの励振・受信を基本としてフィルタ特性を得ている。なお、図3に示す構成

は、多段モード結合型フィルタのうちの二重モード型弾性表面波（DMS：Double Mode SAW）フィルタのものである。

【0028】

以上のような構成において、ラダー型フィルタ110はIDT（111，112）で形成されるSAW共振器を1つのインピーダンス素子と見なした電気回路であるため、浮遊容量等の影響により一般に多重モード結合型フィルタ120よりも通過帯域外抑圧度が劣る。従って、分波器1における何れか一方のSAWフィルタ（11／12）を多重モード結合型フィルタ120とすることで、送信信号と受信信号とのクロストークが低減できる。これを図4及び図5を用いて、より詳細に説明する。

【0029】

図4に、ラダー型フィルタ110のフィルタ特性と多重モード結合型フィルタ120のフィルタ特性とを示す。図4を参照すると明らかなように、通過帯域の挿入損失に関しては、ラダー型フィルタ110及び多重モード結合型フィルタ120のそれぞれにおいて優れている周波数帯域があり、双方のフィルタ特性を同等と見なすことができる。これに対し、特に低周波側（図4中、特に破線で囲まれた領域）の帯域外抑制制度に関しては、多重モード結合型フィルタ120の方がラダー型フィルタ110よりも10dB程度優れていることが判る。

【0030】

次に、分波器1における高周波側のフィルタ（受信側フィルタ12）を多重モード結合型フィルタ120とした場合の送信側から受信側へのクロストークと、同じく受信側フィルタ12をラダー型フィルタ110とした場合の送信側から受信側へのクロストークとをシミュレーションし、これらの結果を図5に示す。尚、このシミュレーションでは分波器1における低周波側のフィルタ（送信側フィルタ11）をラダー型フィルタ110としている。

【0031】

図5を参照すると明らかなように、受信側フィルタ12を多重モード結合型フィルタ120とした場合の方が、ラダー型フィルタ110とした場合よりも、特に低周波側（図5中、特に破線で囲まれた領域）の抑圧が改善している。これは

、この領域における多重モード結合型フィルタ 120 の帯域外抑制度がラダー型フィルタ 110 よりも優れているからである（図 4 参照）。この結果から、分波器 1 における一方を多重モード結合型フィルタ 120 とすることで、クロストークに優れた特性を得られることを容易に判断することができる。

【0032】

但し、多重モード結合型フィルタ 120 はラダー型フィルタ 110 に比べ、耐電力性が劣る。このため、2 つの SAW フィルタ（11，12）の両方を多重モード結合型フィルタ 120 で構成することは、分波器 1 の耐電力性を大幅に低下させることに繋がる。従って、耐電力性とフィルタ特性向上とのバランスを考慮して、2 つの SAW フィルタ（11，12）のうち何れか一方のみを多重モード結合型フィルタ 120 とすることが好ましい。

【0033】

また、ラダー型フィルタ 110 と多重モード結合型フィルタ 120 と（特に IDT 111，112，121，122）は、図 1 で示したように、同一の基板 10 上に、同一の金属材料を用いて、同一の膜厚で形成されることが好ましい。これは、設計の容易化及び製造工程の簡素化を実現する上で有効であり、且つプロセスバッチ間の電極膜厚変動や電極指幅の変動によって生じる 2 つの SAW フィルタ（11，12）の中心周波数の変動を自動的にキャンセルする上でも有効である。即ち、製造工程において生じる電極膜厚変動や電極指幅の変動は、送信側フィルタ 11 と受信側フィルタ 12 とを同時に形成することで相関を持つ。これにより、両者に生じる中心周波数の変動にも相関が現れる。従って、同じように変動する 2 つの SAW フィルタ（11，12）の中心周波数の間隔はほとんど変化しないため、容易に所望するフィルタ特性を得ることが可能となり、分波器 1 の歩留りを向上させることが達成できる。

【0034】

尚、2 つの SAW フィルタ（11，12）を構成する IDT（111，112，121，122）には、例えばアルミニウム（Al）等を主成分とした金属材料等を用いて形成した電極膜を適用することができる。しかしながら、これに限定されず、アルミニウム（Al）以外の金属材料を主成分とした単層構造として

形成することも、このような層を含む多層構造として形成することも可能である。尚、アルミニウム (Al) 以外の金属材料としては、例えばチタン (Ti)、銅 (Cu)、金 (Au)、モリブデン (Mo)、タングステン (W)、タンタル (Ta)、クロム (Cr)、白金 (Pt)、ルテニウム (Ru) 又はロジウム (Rh) 等を使用することができる。

【0035】

また、2つのSAWフィルタ(11, 12)が形成される基板10には、切り出し角が回転Yカット板である42° YカットX伝搬リチウムタンタレート(以下、LT基板という)や、切り出し角が回転Yカット板である42° YカットX伝搬リチウムナイオベート(以下、LN基板という)や、このほか水晶等の圧電材料等で作製された圧電性素子基板(以下、圧電基板という)を適用することができる。例えばLT基板を使用することで、低損失な特性を得ることができる。

【0036】

但し、送信側フィルタ11(本実施形態ではラダー型フィルタ110)と受信側フィルタ12(本実施形態では多重モード結合型フィルタ120)とを同一の基板上に形成する場合、換言すれば、異種のSAWフィルタを同一の基板上に形成する場合、多重モード結合型フィルタ120とラダー型フィルタ110それぞれの最適設計パラメータ、特に最適なIDT(111及び112、121及び122)の電極膜厚が異なるため、両者に関して同時に良好なフィルタ特性を得ることは困難である。そこで本発明者らは、以下に説明するような設計条件を考慮することで、ラダー型フィルタ110と多重モード結合型フィルタ120とで同時に良好なフィルタ特性が得られることを見いだした。

【0037】

上記の設計条件を説明するにあたり、先だってラダー型フィルタ110と多重モード結合型フィルタ120との電極膜厚に対する遷移域変化について説明する。遷移域とは、図6に示すように、通過域と阻止域との境界の領域を指す。即ち、例えばラダー型フィルタ110の通過域を-3.5dB以上の領域とし、阻止域を-42dB以下の領域とした場合、これの遷移域は-42dBより大きく-

3. 5 dBより小さい領域となる。同様に、多重モード結合型フィルタ120の通過域を-4 dB以上の領域とし、阻止域を-50 dB以下の領域とした場合、この遷移域は-50 dBより大きく-4 dBより小さい領域となる。

【0038】

次に、図7は、PCS (Personal Communications Service) 向けである1.9 GHz帯の分波器に組み込むためのラダー型フィルタ110に関するフィルタ特性を示すグラフである。この際、基板10を上述のLT基板とし、IDT111, 112を電極材料にアルミニウム (Al) を用いて単層構造で形成した。また、図7の横軸を一般化したIDT111, 112の膜厚とするために、ラダー型フィルタ110の中心周波数を f_1 とし、これと膜厚 h との積 $h \times f_1$ を横軸に用いた。

【0039】

また、図8は、同じくPCS向けである1.9 GHz帯の分波器に組み込むための多重モード結合型フィルタ120に関するフィルタ特性を示すグラフである。この際、ラダー型フィルタ110と同様に、基板10を上述のLT基板とし、IDT121, 122を電極材料にアルミニウム (Al) を用いて単層構造で形成した。また、図8の横軸を一般化したIDT111, 112の膜厚とするために、多重モード結合型フィルタ120の中心周波数を f_2 とし、これと膜厚 h との積 $h \times f_2$ を横軸に用いた。

【0040】

尚、上記のラダー型フィルタ110は、PCSの規格に適合する送信用フィルタ (送信帯域1850~1910 [MHz]) として作製されており、その中心周波数 f_1 が1880 MHzである。また、多重モード結合型フィルタ120は、PCSの規格に適合する受信用フィルタ (受信帯域1930~1990 [MHz]) として作製されており、その中心周波数 f_2 が1960 MHzである。

【0041】

ここで、PCSで使用する1.9 GHz帯における送信帯域と受信帯域との間隔は、送信帯域の上限が1910 MHzであって受信帯域の下限が1930 MHzであることから、20 MHzしかない。このように送信帯域と受信帯域とが極

めで接近している状況では、送信側フィルタ 11 及び受信側フィルタ 12 のフィルタ特性に極めて急峻なカットオフ特性を要求する（上記した例では、それぞれ 20 MHz 以下のカットオフ特性となる）。図 7 に示すラダー型フィルタ 110 のフィルタ特性から、上記のカットオフ特性を満足するには、 $h \times f_1$ を 480 以下の範囲とする必要がある。また、図 8 に示す多重モード結合型フィルタ 120 のフィルタ特性から、同様に上記のカットオフ特性を満足するためには、 $h \times f_2$ を 300 以上 430 以下の範囲とする必要がある。但し、ラダー型フィルタ 110 は電極膜厚が薄すぎると、図 9 に示すように、通過域にリップルが現れてしまう。従って、膜厚 h の下限、換言すれば $h \times f_1$ の下限は 300 以上であることが好ましい。尚、図 9 は、 $h \times f_1$ を変えたときのラダー型フィルタ 110 の通過特性変化を示すグラフである。

【0042】

以上のような理由から、同一基板における同一面上にラダー型フィルタ 110 と多重モード結合型フィルタ 120 とが形成された分波器 1 において、ラダー型フィルタ 110 を形成する IDT 111, 112 と多重モード結合型フィルタ 120 を形成する IDT 121, 122 とを金属材料を用いて同一の膜厚で形成する場合、各 IDT 111, 112, 121, 122 の膜厚 h 、ラダー型フィルタ 11 の周波数帯域の中心周波数 f_1 、多重モード結合型フィルタ 12 の周波数帯域の中心周波数 f_2 とが次の式 1 の関係式をそれぞれ満足するような設計条件をとることが好ましい。これにより、送信側フィルタ 11 と受信側フィルタ 12 との遷移域を 20 MHz 以下とすることができ、送信信号と受信信号とのクロストークを低減できるため、フィルタ特性を改善することが達成される。

【0043】

【数 9】

$$\begin{aligned} 300 &\leq h \times f_1 \leq 480 \\ 300 &\leq h \times f_2 \leq 430 \end{aligned} \quad \dots \text{ (式 1)}$$

【0044】

また、実際に分波器 1 を作製する際には、IDT 111, 112, 121, 122 の電極膜厚や電極指幅に変動があるため、遷移域を 20 MHz よりも小さい 15 MHz と見積もることが好ましい。これを満足する設計条件を次の式 2 に示す。

【0045】

【数 10】

$$\begin{aligned} 300 &\leq h \times f_1 \leq 420 \\ 350 &\leq h \times f_2 \leq 410 \end{aligned} \quad \dots \text{ (式 2)}$$

【0046】

但し、上記では 1.9 GHz 帯の分波器 1 について説明したが、本発明はこの周波数帯域に限定されるものではなく、例えば 800 MHz 帯や 2.0 GHz 帯等、種々目的に応じて変形することが可能であり、上述した効果と同様の効果が得られる。つまり、図 7 及び図 8 に示すグラフはそれぞれ、ラダー型フィルタ及び多重モード結合型フィルタの中心周波数にかかわらず成り立つ。

【0047】

次に、上記した構成及び設計条件を満足するように作製した具体的な分波器 100 について図面を用いて詳細に説明する。

【0048】

本具体例は、分波器 1 を PCS で使用される 1.9 GHz 帯のアンテナ分波器として作製した場合である。分波器 100 の構成を図 10 に示す。

【0049】

本具体例では基板 10 に LT 基板を用いた。また、基板 10 上に形成する送信側フィルタ 11 には、図 2 に示すような、4 つの直列共振子を有して成る 4 段構成のラダー型フィルタ 110 を用いた。更に、同基板 10 上に形成する受信側フィルタ 12 には、図 3 に示すような、3 つの IDT (121, 122) を一列に配置し、その両側に反射器も設けた構成の多重モード結合型フィルタ 120 a ~ 120 f を並列に 3 つ接続し、且つこれを 2 段に接続した構成 (DMS 並列多段

接続構成) のフィルタを用いた。各多重モード結合型フィルタ 120a~120f の接続関係を図 13 に示す。なお、図 13 は単相入出力構成であるが、バランス入出力構成であってもよい。更に、受信側フィルタ 12 の入力部とアンテナポートとの間に位相シフタ 13 を設けた。

【0050】

ラダー型フィルタ 110 及び多重モード結合型フィルタ 120a~120f を構成する IDT (111, 112, 121, 122 : 図 2 及び図 3 参照) は、単層構造で基板 10 上に同時に作製され、その構造をアルミニウム (Al) を主成分とした電極材料による単層とし、膜厚 h を $0.18\mu\text{m}$ とした。

【0051】

従って、膜厚 h ($=1.8\times 10^{-7}$ [m]) と各送信側フィルタ 11 の中心周波数 f_1 ($=1.88\times 10^9$ [Hz]) 又は受信側フィルタ 12 の中心周波数 f_2 ($=1.96\times 10^9$ [Hz]) とを乗算した値は、それぞれ略 338, 略 353 となり、式 1 に示す設計条件を満足する。更に、この値は式 2 に示す設計条件をも満足している。

【0052】

以上のように構成した分波器 100 の送信側からアンテナへの通過特性 (= 送信側フィルタ 11 の通過特性) 及びアンテナから受信側への通過特性 (= 受信フィルタ 12 の通過特性) を図 11 に示す。図 11 を参照すると明らかなように、挿入損失は送信帯域で -3.5 dB 以下、受信帯域で -4 dB 以下を確保することができた。また、抑圧度は送信帯域で -50 dB 以上、受信帯域で -45 dB 以上を確保することができた。これらから、本具体例による分波器 100 が実使用において有用であることを確認できた。

【0053】

また、分波器 100 の送信側から受信側へのクロストーク特性を図 12 に示す。図 12 を参照すると明らかなように、クロストークを送信帯域において -50 dB 以上に抑えることができ、受信帯域において -42 dB 以上に抑えることができた。これらから、本具体例による分波器 100 が良好な特性を発揮し、分波器 100 が実使用において有用であることを確認できた。

【0054】

上記分波器の好ましい実施形態は、同一電極材料で同一の膜厚を厚さを持つ電極を同一基板上形成しているため、製造プロセスが単純となり、歩留りよく分波器を製作することができる。

【0055】

〔第2の実施形態〕

次に、本発明の第2の実施形態について図面を用いて詳細に説明する。上記した第1の実施形態では、送信側フィルタ11（本実施形態ではこれを第1の実施形態と同様にラダー型フィルタ110とする）及び受信側フィルタ12（本実施形態ではこれを第1の実施形態と同様に多重モード結合型フィルタ120とする）のIDT111, 112, 121, 122をアルミニウム（Al）を主成分とした電極材料を用いて単層構造で作製した場合を例に挙げた。

【0056】

但し、一般的に送信側フィルタ11のIDT111, 112を耐電力性の高い電極膜を用いて作製することが好ましい場合がある。これは、送信側フィルタ11に受信側フィルタ12よりも大きな電力が印加されるためである。そこで、本実施形態では、IDT111, 112を比較的高耐電力な電極膜で形成した場合を例に挙げて説明する。

【0057】

本実施形態では、高耐電力な電極膜として、アルミニウム－銅／銅／アルミニウム－銅（Al－Cu／Cu／Al－Cu）の3層構造や、アルミニウム（Al）を主成分とした材料とチタン（Ti）とを積層化した多層構造や、アルミニウム－マグネシウム（Al－Mg）の積層構造や、アルミニウム－銅－マグネシウム（Al－Cu－Mg）の積層構造等を有する金属膜を使用する。

【0058】

また、上記のような電極膜を用いて送信側フィルタ12（ラダー型フィルタ110）のIDT（111, 112）を形成する際、同一の工程において同一の層構造の受信側フィルタ12（多重モード結合型フィルタ120）のIDT（121, 122）を形成することも、分波器1の耐電力性を向上する上で有効である。

。即ち、受信側フィルタ 12 には送信側フィルタ 11 から漏れだした電力が流れ込む。このため、受信側フィルタ 12 もある程度の耐電力性を持つように形成する必要がある。上記のように、受信側フィルタ 12 も送信側フィルタ 11 と同様の高耐電力な電極膜で形成することで、受信側フィルタ 12（多重モード結合型フィルタ 120）の耐電力性を向上することができる。更に、送信側フィルタ 11 と受信側フィルタ 12 との IDT（111, 112, 121, 122）を同一のプロセスで同一の層構造として形成することは、製造プロセスが複雑化することを回避できるだけでなく、上述したように、電極膜厚変動や電極指幅の変動によるフィルタ特性の変動を抑制できる点からも有効である。

【0059】

尚、IDT 111, 112, 121, 122 を形成する電極材料にアルミニウム（A1）以外を使用した場合、アルミニウム（A1）との比重の関係から、実質的な電極膜厚が変化する。そこで、本実施形態では、IDT 111, 112, 121, 122 をアルミニウム（A1）以外の電極材料で形成された層を含む単層又は多層構造で形成した場合、この電極材料のアルミニウム（A1）に対する比重を乗算することによって、実質的にアルミニウム（A1）で形成した場合の電極膜厚に換算し、この値が上述した式 1 で規定した設計条件を満足するように構成する。ここで、IDT 111, 112, 121, 122 を構成する各層の膜厚を h_k （但し、 k は自然数）、この層を形成する電極材料のアルミニウム（A1）に対する比重を a_k とした場合、本実施形態による設計条件は、次の式 3 で示すようになる。

【0060】

【数 11】

$$\begin{aligned} 300 &\leq \sum_{k=1}^n (h_k \times f_1) \leq 480 \\ 300 &\leq \sum_{k=1}^n (h_k \times f_2) \leq 430 \quad \dots \text{ (式 3)} \end{aligned}$$

【0061】

また、第1の実施形態と同様に、実際に分波器1を作製する際のIDT111, 112, 121, 122の電極膜厚や電極指幅の変動を考慮する場合は、遷移域を20MHzよりも小さい15MHzと見積もるために、設計条件を次の式4で示すように設定する。

【0062】

【数12】

$$\begin{aligned} 300 &\leq \sum_{k=1}^n (h_k \times f_1) \leq 420 \\ 350 &\leq \sum_{k=1}^n (h_k \times f_2) \leq 410 \quad \dots \quad (\text{式4}) \end{aligned}$$

【0063】

このような設計条件を設けることで、本実施形態によれば、アルミニウム(A1)以外の電極材料を用いて単層又は多層構造のIDT111, 112, 121, 122を形成した場合でも、第1の実施形態と同様に、送信信号と受信信号とのクロストークを低減することが可能となり、良好なフィルタ特性を有する分波器を作製することができる。

【0064】

但し、上述したような積層構造を有する電極膜で形成したIDT(111, 112, 121, 122)は、例えばアルミニウム(A1)の単層で形成した場合と比較して電気抵抗が大きいため、フィルタ挿入損失が増加してしまう。そこで、本実施形態では、例えば第1の実施形態における図10及び図13で示した構成と同様に、複数個の多重モード結合型フィルタ120を並列して接続した構成とする。これにより、受信側フィルタ12の電気抵抗が小さくなり、フィルタ挿入損失を低減することが可能となる。尚、他の構成は第1の実施形態と同様であるため、ここでは説明を省略する。

【0065】

〔他の実施形態〕

以上、説明した実施形態は本発明の好適な一実施形態にすぎず、本発明はその趣旨を逸脱しない限り種々変形して実施可能である。

【0066】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、同一基板上に異種のSAWフィルタが形成された分波器であって、クロストークを軽減した良好なフィルタ特性を有する分波器を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の実施形態による分波器1の構成を示すブロック図である。

【図2】

本発明の第1の実施形態で使用するラダー型フィルタ110の構成例を示す上視図である。

【図3】

本発明の第1の実施形態で使用する多重モード結合型フィルタ120の構成例を示す上視図である。

【図4】

図2に示すラダー型フィルタ110とフィルタ特性と図3に示す多重モード結合型フィルタ120のフィルタ特性とを示すグラフである。

【図5】

分波器1における高周波側のフィルタ（受信側フィルタ12）を多重モード結合型フィルタ120とした場合とラダー型フィルタ110とした場合との送信側から受信側へのクロストークとをシミュレーションした結果を示すグラフである。

【図6】

図2に示すラダー型フィルタ110と図3に示す多重モード結合型フィルタ120との電極膜厚に対する遷移域を説明するためのグラフである。

【図7】

PCS向けである1.9GHz帯の分波器に組み込むためのラダー型フィルタ110に関するフィルタ特性を示すグラフである。

【図8】

PCS向けである1.9GHz帯の分波器に組み込むための多重モード結合型フィルタ120に関するフィルタ特性を示すグラフである。

【図9】

膜厚 h と中心周波数 f_1 との積の値を変えたときのラダー型フィルタ110の通過特性変化を示すグラフである。

【図10】

本発明の第1の実施形態において具体的に構成した分波器100の構成を示すブロック図である。

【図11】

図10に示す分波器100の送信側からアンテナへの通過特性（＝送信側フィルタ11の通過特性）及びアンテナから受信側への通過特性（＝受信フィルタ12の通過特性）を示すグラフである。

【図12】

図10に示す分波器100の送信側から受信側へのクロストーク特性を示すグラフである。

【図13】

図10に示す分波器で用いられているDMS並列多段接続構成を示す図である。

【符号の説明】

1、100 分波器

10 基板

11 送信側フィルタ

12 受信側フィルタ

13 位相シフタ

110 ラダー型フィルタ

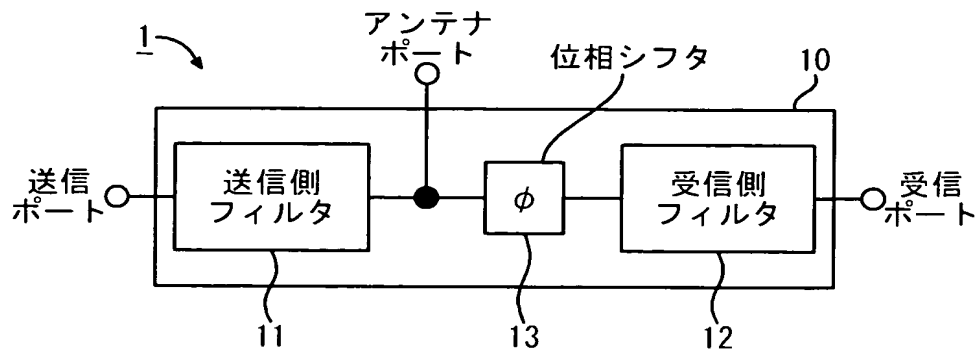
111、112、121、122 IDT

120、120a、120b、120c、120d、120e、120f 多
重モード結合型フィルタ
123 反射電極

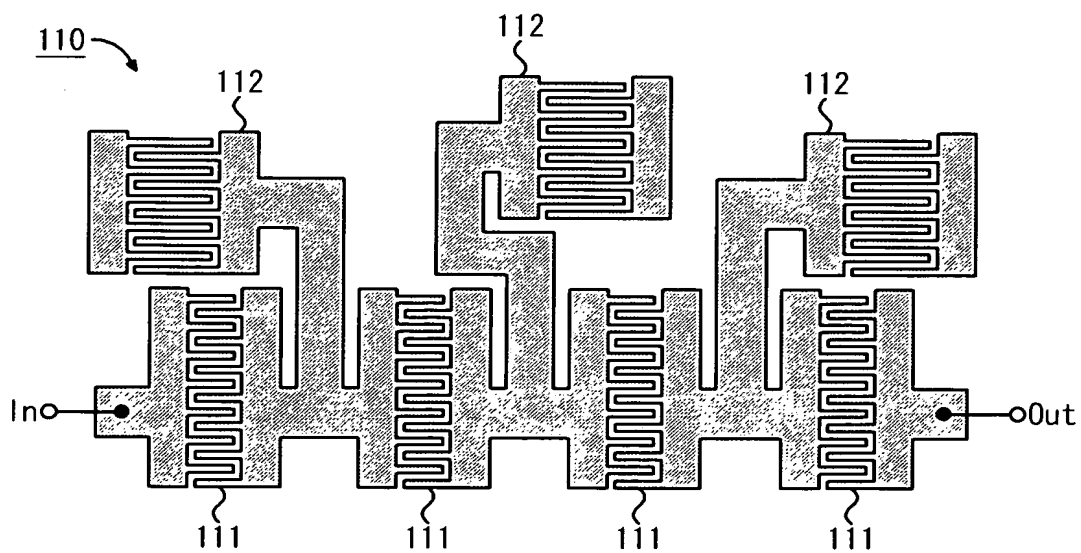
【書類名】

図面

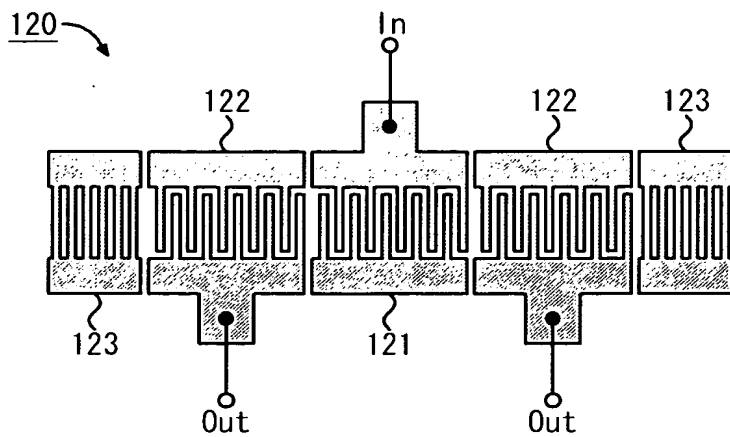
【図 1】



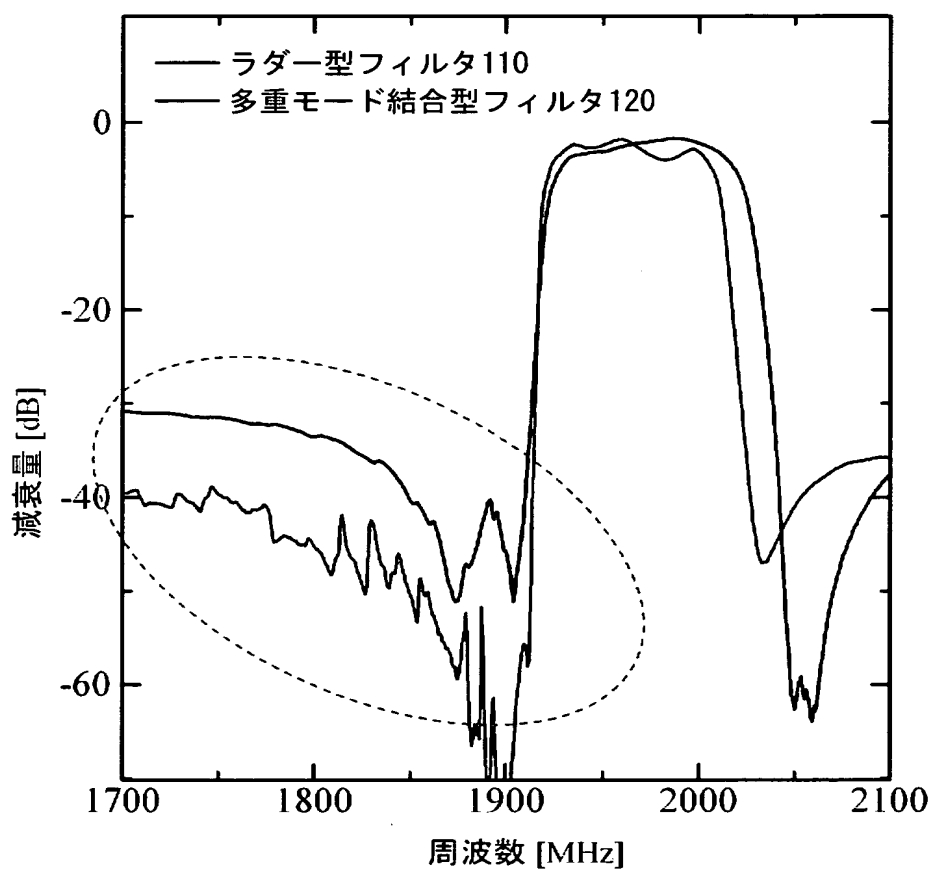
【図 2】



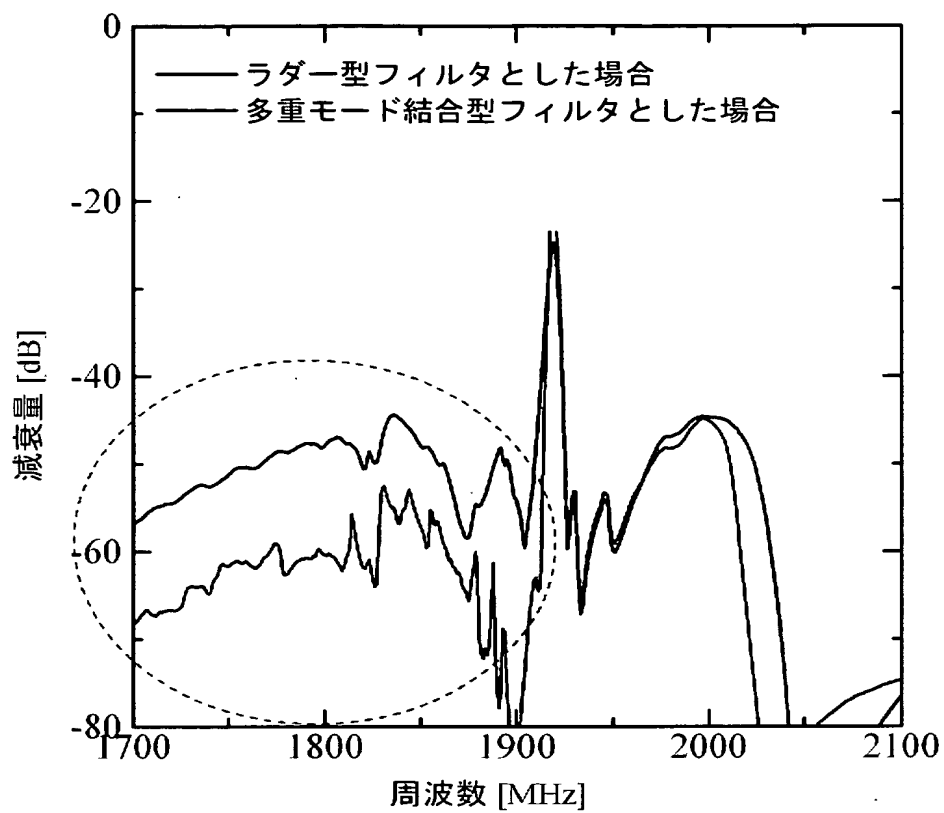
【図 3】



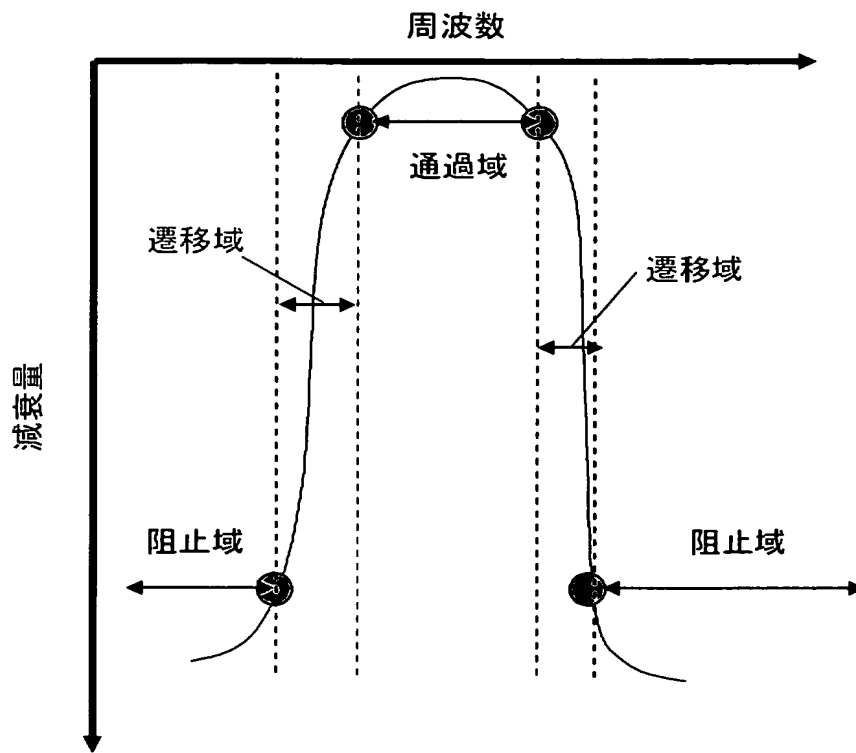
【図 4】



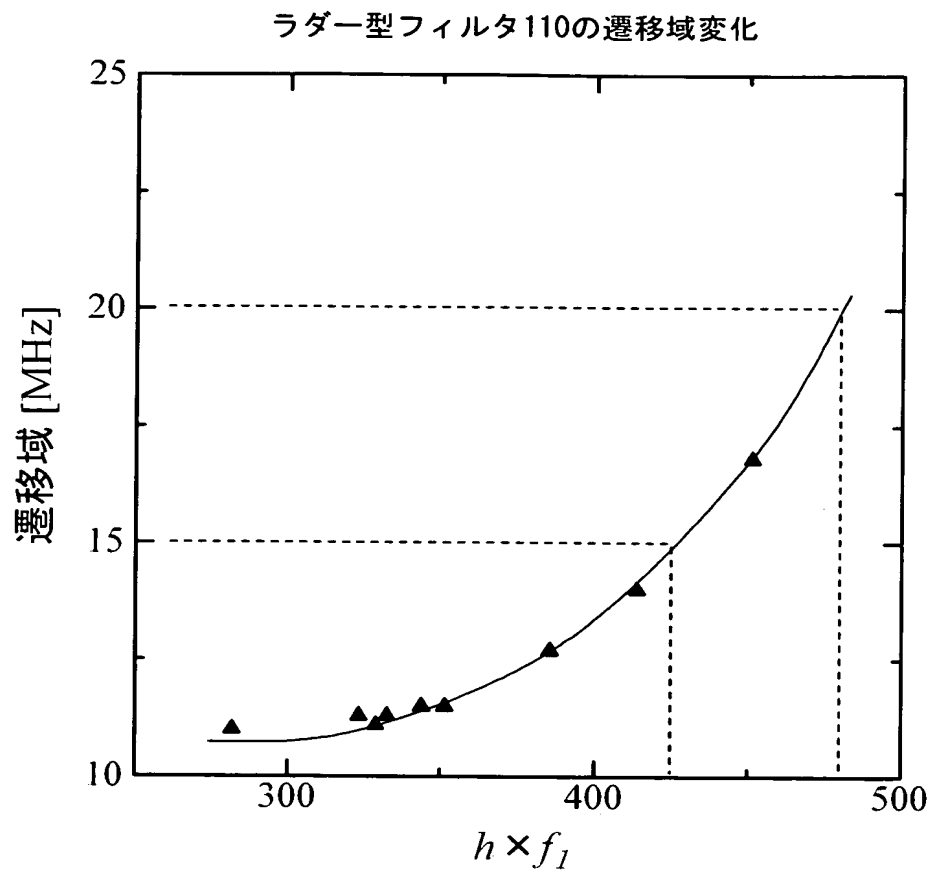
【図 5】



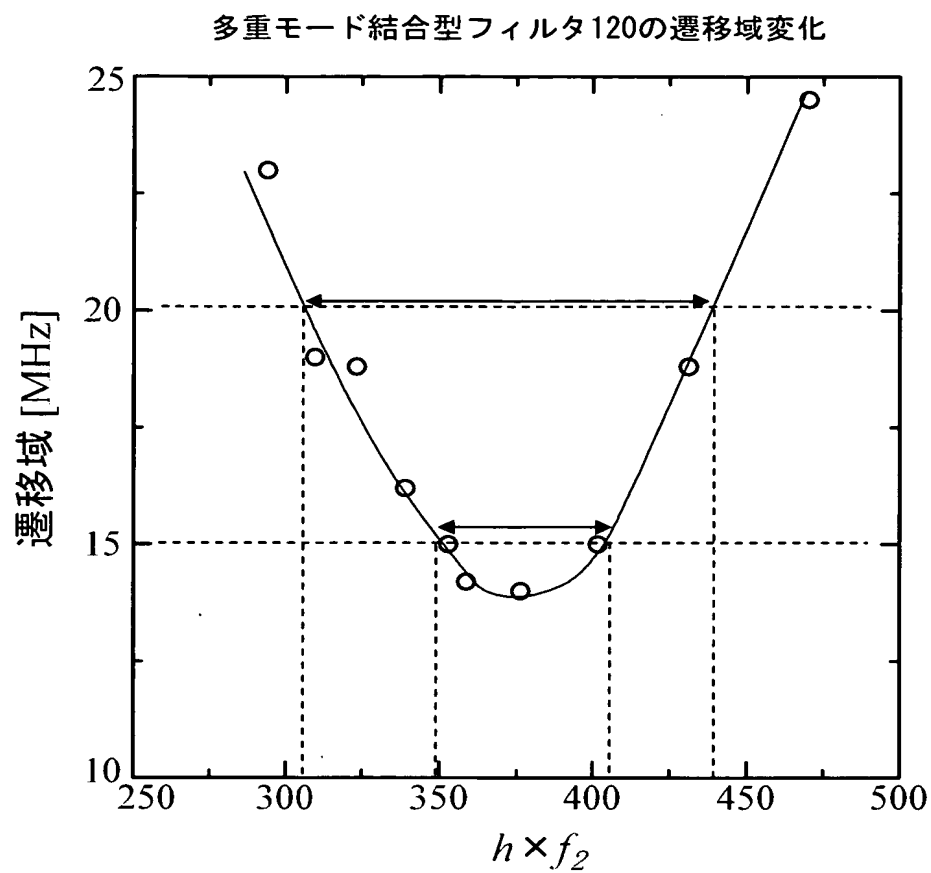
【図 6】



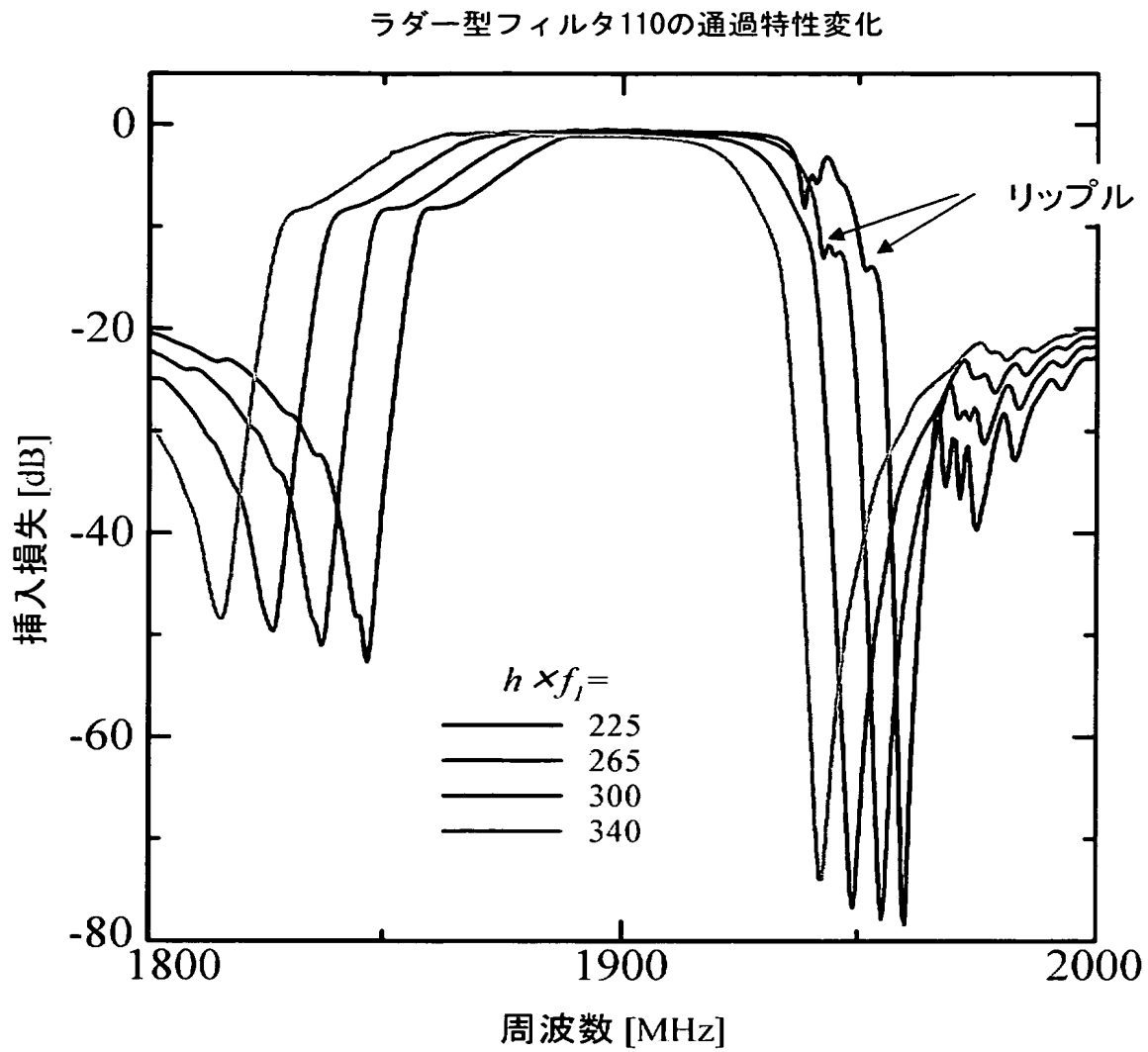
【図 7】



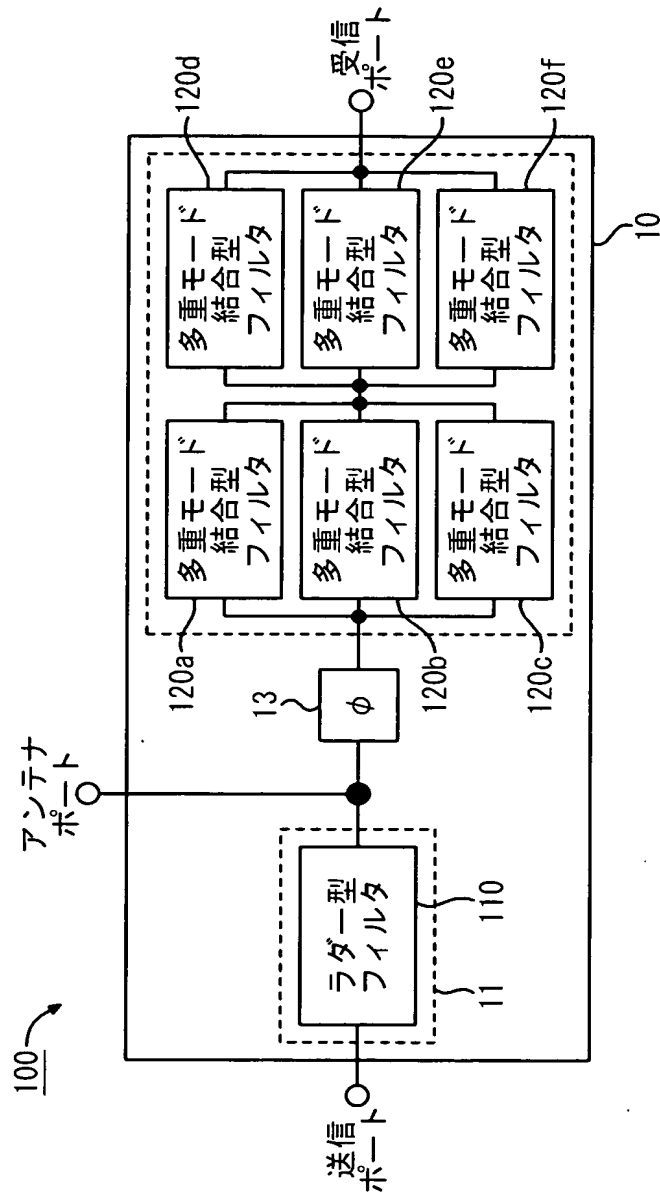
【図 8】



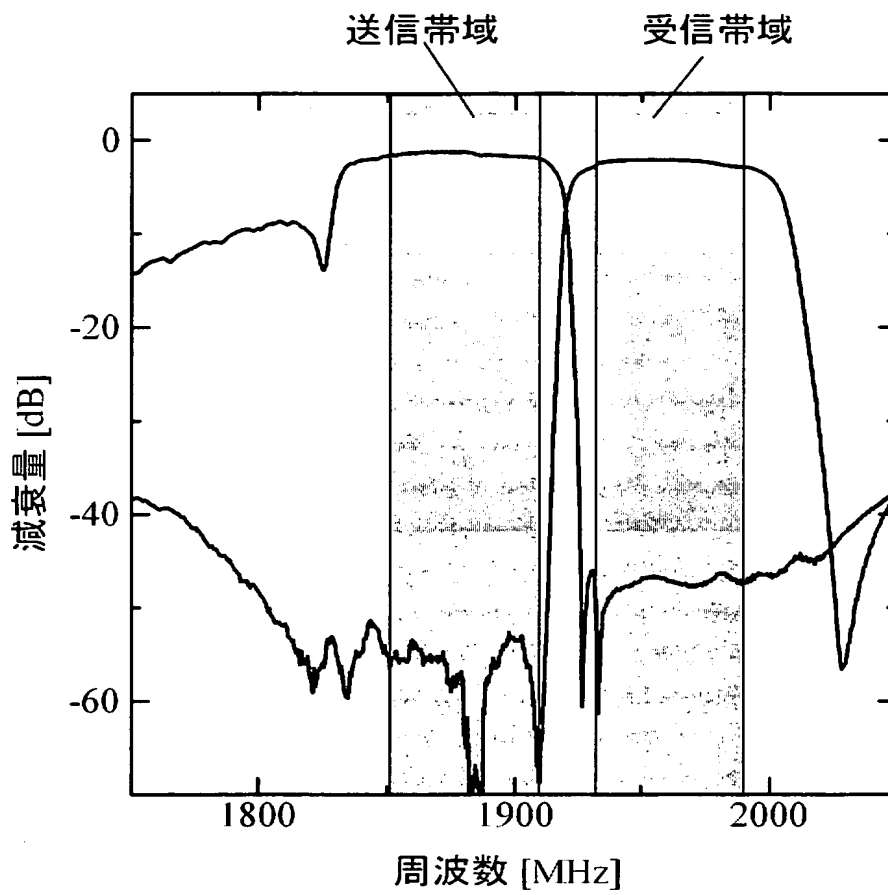
【図 9】



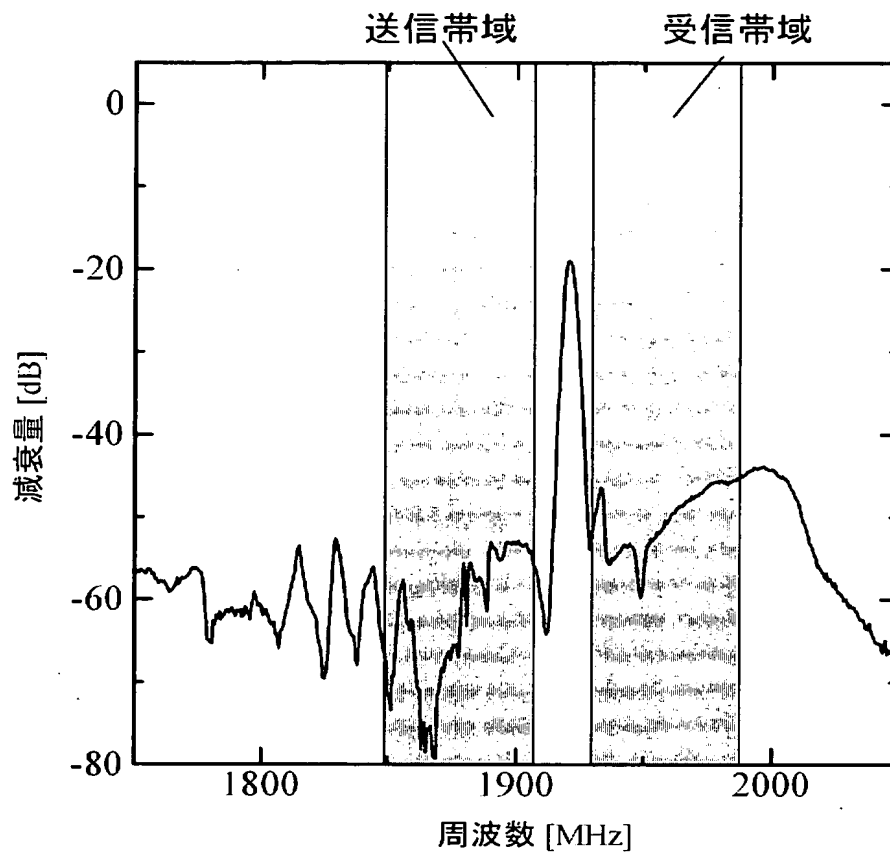
【図 10】



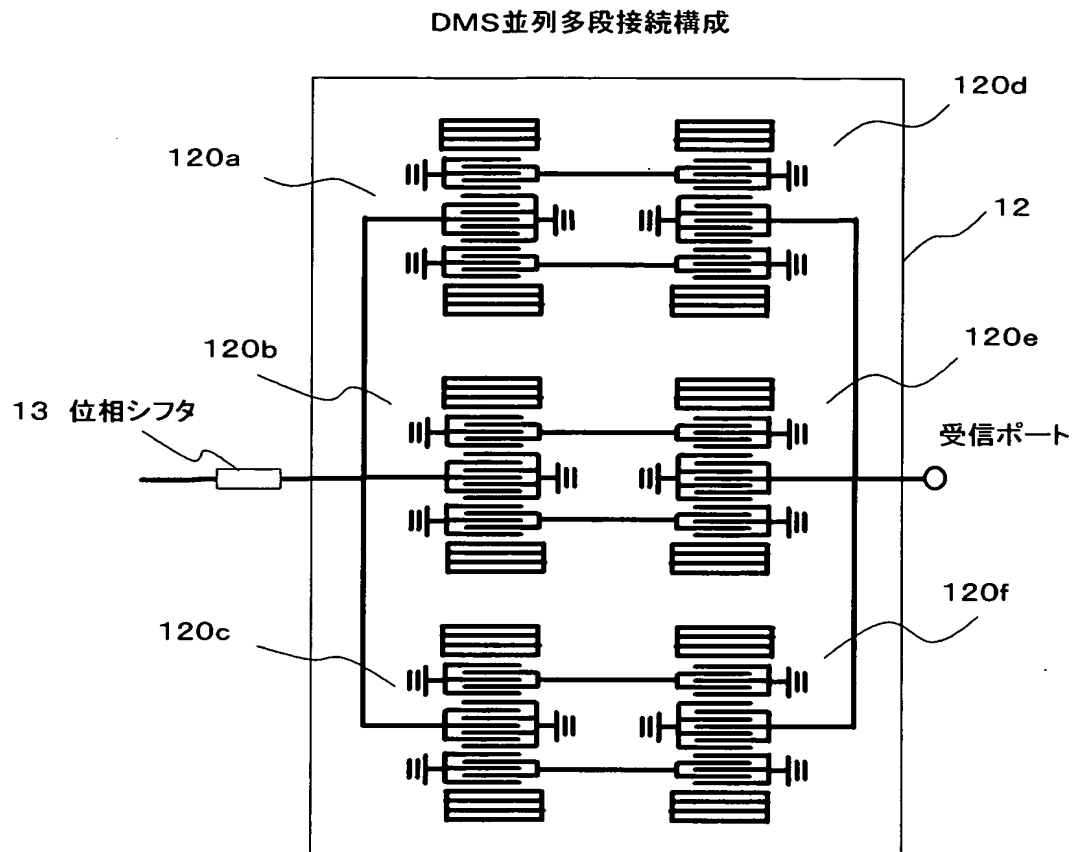
【図 11】



【図 12】



【図 13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 同一基板上に異種の SAW フィルタが形成された分波器であって、クロストークを軽減した良好なフィルタ特性を有する分波器を提供する。

【解決手段】 同一の基板 10 上にラダー型フィルタ 110 と多重モード結合型フィルタ 120 とが形成された分波器 1 において、ラダー型フィルタ 110 と多重モード結合型フィルタ 120 との IDT 111, 112, 121, 122 を同一の層構造で且つ同一の膜厚を有するように形成する。同一の層構造は、アルミニウムの単層構造である。分波器 1 は、各 IDT の膜厚を h 、ラダー型フィルタ 110 の周波数帯域の中心周波数を f_1 、多重モード結合型フィルタ 120 の周波数帯域の中心周波数を f_2 とした場合、 $h \times f_1$ が 300 以上 480 以下で且つ $h \times f_2$ が 300 以上 4430 以下の条件を満足する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 1 2 1 8 7 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[3 9 8 0 6 7 2 7 0]

1. 変更年月日 2 0 0 2 年 1 1 月 5 日
 [変更理由] 住所変更
 住 所 神奈川県横浜市港北区新横浜二丁目 3 番 1 2 号
 氏 名 富士通メディアデバイス株式会社

2. 変更年月日 2 0 0 3 年 5 月 3 0 日
 [変更理由] 住所変更
 住 所 神奈川県横浜市港北区新横浜二丁目 3 番地 1 2
 氏 名 富士通メディアデバイス株式会社

特願 2 0 0 3 - 1 2 1 8 7 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 2 2 3]

1. 変更年月日

1 9 9 6 年 3 月 2 6 日

[変更理由]

住所変更

住 所

神奈川県川崎市中原区上小田中 4 丁目 1 番 1 号

氏 名

富士通株式会社